

مروری بر جنبه‌های مختلف عارضه خشکیدگی خوشه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) در ایران و استراتژی‌های کنترل آن

بهاره دامن‌کشان^۱ و بهمن پناهی^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۰)

چکیده

گیاه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) یکی از محصولات باغی مهم و سودآور از لحاظ اقتصادی بوده و از نظر میزان تولید در رتبه پنجم کشور قرار دارد. عارضه خشکیدگی خوشه خرما یکی از مهمترین مشکلات تولید خرما در ایران می‌باشد و نگرانی‌هایی را در سطوح مختلف جامعه باغبانی کشور به وجود آورده است. این عارضه معمولاً در مرحله تبدیل خارک به رطب، در شرایط کاهش رطوبت و افزایش دما مشاهده می‌شود. روند خشکیدگی بدین صورت است که ابتدا میوه‌ها پژمرده و نوک محور خوشه‌چه‌ها خشک شده، سپس لکه‌های قهوه‌ای رنگی روی آنها ظاهر می‌گردد و بتدریج کل محور خوشه‌چه و میوه‌ها خشکیده می‌شوند. بررسی این عارضه بدلیل میزان اهمیتی که در کاهش عملکرد و کارایی اقتصادی صنعت خرما در جنوب کشور دارد، ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به مطالعات صورت گرفته، تنک‌کردن میوه خرما، پوشش خوشه، تغذیه مناسب نخل با انواع کودهای آلی، شیمیایی و آمینوکلات‌ها، استفاده از برخی تنظیم‌کننده‌های رشد و ترکیباتی مثل ژل آلونته‌ورا و پودر کائولین، همچنین استفاده از سوپرجاذب‌ها در کنار سایر روش‌های مدیریتی در کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما موثر بوده‌اند. از آنجایی که مدیریت صحیح عارضه خشکیدگی خوشه خرما نیازمند بررسی دقیق پارامترهای دخیل در ایجاد آن و شناخت روش‌های صحیح کنترل آن می‌باشد، به همین منظور این مطالعه به بررسی جنبه‌های مختلف بروز این عارضه و راهکارهای مدیریتی جهت کاهش اثرات آن پرداخته است.

کلمات کلیدی: پژمردگی میوه خرما، پوشش خوشه، تغذیه، مدیریت

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

۲- دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

* پست الکترونیک: Bahman.panahi@gmail.com

مقدمه

کشت نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) در چند سال اخیر به سرعت در جهان گسترش یافته است به دلیل اینکه منبع بالقوه‌ای از مواد غذایی و یک گزینه مناسب برای مقابله با پیامدهای تغییرات آب و هوایی است (فرناندز لویز^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). کشت نخل خرما در یک کمربند بدون باران از بیابان‌های جنوب دریای مدیترانه و حاشیه جنوبی خاورمیانه از جنوب ایران تا سواحل اقیانوس اطلس واقع در شمال آفریقا متمرکز است (احمد و ال‌آرامانی^۲، ۲۰۲۳). در سال ۲۰۲۰ تولید جهانی خرما در سطح ۱۲۳۵۶۰۱ هکتار، ۹۴۵۴۲۱۳ تن بوده است. تولید خرما طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ تقریباً ۱/۴ میلیون تن افزایش یافته است که نشان‌دهنده رشد ۱۶/۸ درصدی تولید خرما در جهان است. کشور ایران با تولید ۱۲۸۳۴۹۹ تن خرما ۱۳/۵۸ درصد از تولید دنیا را به خود اختصاص داده است و طی این سال‌ها رشد ۲۴/۳ درصدی داشته است (فاو^۳، ۲۰۲۲). فرآیند رسیدن میوه خرما قابل تقسیم به چند مرحله بوده که شامل حبابوک (اولین مرحله بعد از گرده‌افشانی)، کیمری (میوه سبز رنگ خرما)، خلال یا خارک (دومین مرحله رشد میوه زمانی که از سبز به زرد یا قرمز تغییر رنگ می‌دهد)، رطب (میوه تیره رنگ با بافت ترد) و خرما (میوه کاملاً رسیده) است (شکفته و نیک‌پور، ۱۳۹۵). پس از اولین گزارش عارضه خشکیدگی خوشه خرما از استان کرمان در سال ۱۳۶۸، گزارش‌های متعددی از این عارضه در سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۷۸ از استان‌های بوشهر و خوزستان برای رقم کبکاب ارائه شد. این عارضه نگرانی‌هایی را در سطوح مختلف جامعه باغبانی کشور به وجود آورده و همچنان مهمترین چالش تولید خرمای ایران در چند سال اخیر بوده است (راه‌خدایی و پژمان، ۱۳۸۶؛ پناهی و دامن‌کشان^۴، ۲۰۱۵). براساس مطالعات انجام شده دلایل متعددی برای عارضه خشکیدگی خوشه خرما گزارش شده است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به اقلیم، کمبود و یا اختلالات تغذیه‌ای، پاتوژن‌ها از جمله قارچ‌ها و عدم مدیریت بهینه نخلستان‌ها اشاره کرد (پوزش‌شیرازی و خادمی، ۱۳۸۵؛ پناهی و دامن‌کشان، ۲۰۱۵). شدت این عارضه در نخلستان‌های مختلف و از سالی به سال دیگر متفاوت است

و بروز آن پس از وزش بادهای گرم و خشک تشدید می‌شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۵). به اعتقاد برخی محققین کاهش رطوبت نسبی و افزایش دما عامل اصلی این عارضه است (محمدي و مقتدری، ۱۳۸۴). در حالی که برخی دیگر علل بروز اختلال را مربوط به زمانی می‌داند که گیاه در معرض تنش‌های ناگهانی و شدید محیطی قرار می‌گیرد.

عارضه خشکیدگی خوشه خرما غالباً در درختان جوان و معمولاً در مرحله تبدیل خارک به رطب (استوارزاده و همکاران، ۱۳۹۹)، دمای بالاتر از ۴۳ درجه سانتی‌گراد و کاهش رطوبت نسبی پائین‌تر از ۲۵٪ دیده می‌شود. روند خشکیدگی بدین صورت است که ابتدا میوه‌ها پژمرده و نوک محورخوشه‌چه‌ها خشک شده، سپس لکه‌های قهوه‌ای رنگی روی آن‌ها ظاهر می‌گردد و بتدریج کل محور خوشه‌چه و میوه‌ها خشکیده می‌شوند. در رقم مضافتی در بعضی از موارد روی دم‌خوشه اصلی نوار قهوه‌ای رنگی پدیدار شده که نهایتاً منجر به خشک و چوبی شدن دم خوشه می‌شود (پناهی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۱). در برخی ارقام دیگر پژمردگی سریع و ناگهانی میوه‌ها در مدت ۲ تا ۳ روز و خشکیدن تمامی آن‌ها در مدت ۱ تا ۲ هفته پدیدار می‌شود. درختان آلوده معمولاً دارای میوه‌هایی کوچک و کم‌حجم هستند و از نظر کیفیت نیز در حد بسیار پایینی قرار دارند. به طور کلی شدت عارضه در ارقام مختلف، متفاوت است و ارقام تر و میان‌رس حساس‌تر از ارقام خشک و نیمه‌خشک هستند (پژمان و ایزدی، ۱۳۸۵). ارقام تجاری مانند مضافتی، برحی، کبکاب، مرداسنگ، سایر و خاصی به این عارضه حساسیت بالایی دارند (نجفی‌نیا و راه‌خدایی^۵، ۲۰۲۴).

اهمیت عارضه خشکیدگی نخل‌ها در کاهش عملکرد و کارایی اقتصادی صنعت خرما در جنوب کشور (مستعان و همکاران، ۱۴۰۱) غیرقابل انکار است. مطالعات متعددی جهت بررسی این عارضه و کاهش خسارات آن صورت گرفته است که هر کدام به یک یا چند جنبه از این مسئله پرداخته‌اند. اما متأسفانه این مشکل هنوز گریبان‌گیر نخلستان‌های کشور است. به دلیل نقش مهم تولید خرما در امنیت غذایی و وابسته‌بودن درآمد و اشتغال ساکنین استان‌های جنوبی کشور به آن، بررسی جامع جنبه‌های مختلف عارضه خشکیدگی خوشه خرما به عنوان مهم‌ترین

4. Panahi and Damankeshan
5. Najafiniya and Rahkhodaei

1. Fernández-López
2. Ahmed and El Aramany
3. FAO



شکل ۱- عارضه خشکیدگی خوشه خرما در رقم مضافتی

می‌گردد (قلندری، ۱۳۹۴) جذب کلسیم بر اثر کاهش تعرق کم می‌شود (شکفته و نیک‌پور، ۱۳۹۵). بر همین اساس اعتقاد بر این است که کمبود کلسیم می‌تواند در بروز و یا تشدید عارضه نقش داشته باشد (پناهی، ۱۳۷۸؛ کرمپور، ۱۳۷۸). همچنین حداکثر دمای روزانه به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم در بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما، نقش اساسی دارد. خرما اگرچه گیاهی مقاوم به خشکی است و قادر است تنش‌های حرارتی و خشکی را تحمل کند اما به‌طور کلی دمایی که اجازه فعالیت رویشی درخت خرما را می‌دهد بین ۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد است (زید و دی‌ویت^۲، ۲۰۰۲). در برخی مناطق مانند جیرفت عارضه خشکیدگی در دماهای بالای ۴۳ درجه سانتی‌گراد در رقم مضافتی مشاهده شده است. افزایش دما اختلالات فیزیولوژیکی زیادی برای میوه خرما ایجاد می‌کند. با افزایش گرما و شروع تدریجی تنش، میزان تبخیر و تعرق از سطح برگ‌ها و میوه‌ها افزایش یافته و با توجه به زیاد بودن سطح برگ‌ها نسبت به میوه‌ها و رقابتی که بین برگ‌ها و میوه‌ها ایجاد می‌شود، آب بیشتری به سمت برگ‌ها حرکت کرده و میوه‌ها با کمبود آب مواجه می‌شوند. بنابراین خشکسالی در مناطق خرماخیز جنوب کشور به‌ویژه منطقه کهنوج و جیرفت در بروز و تشدید این عارضه نقش قابل توجهی دارد (پژمان و همکاران، ۱۳۸۴؛ پژمان و راه‌خدايي، ۱۳۸۴). از علل اصلی کاهش رطوبت هوا می‌توان به دماهای بالا، کمی پوشش گیاهی مناطق خشک، دوری از دریا، وارد شدن

چالش گریبان‌گیر تولید خرماي ایران و راهکارهای مدیریت صحیح آن ضروری به‌نظر می‌رسد که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

عوامل بروز و تشدید عارضه خشکیدگی خوشه خرما
نیازهای اکولوژیک گیاهان به نوع گونه، ارقام آن و حتی اندام‌های مختلف گیاه بستگی داشته و دارای محدوده مشخصی است. این نیاز در ارقام مختلف خرما با توجه به فیزیولوژی رشد میوه متفاوت بوده و نقش مهمی در پراکنش و سازگاری ارقام مختلف در مناطق خرماخیز دارد (راه‌خدايي و پژمان، ۱۳۸۶). در بررسی فاکتورهای دخیل در بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما، عوامل مختلفی نظیر وزش بادهای گرم، ارتفاع نخل، نوع خاک، پوشش گیاهی محل نخلستان، مقدار آب و رطوبت نسبی هوا (سرحدی، ۱۳۸۷)، سرعت و جهت باد (پوزش‌شیرازی و خادمی، ۱۳۸۵؛ محمدی و مقتدری، ۱۳۸۴) و پاتوزن‌ها به‌ویژه قارچ‌ها گزارش شده است (کرم‌پور و پژمان^۱، ۲۰۰۶). بطور کلی هر عاملی که تبخیر را تشدید کند یا به‌نحوی بر جذب آب توسط ریشه اثر منفی بگذارد موجب تشدید این عارضه می‌شود (سرحدی، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه وقوع این عارضه همزمان با افزایش دما و رطوبت نسبی پایین است، برخی مطالعات وقوع عارضه را مربوط به زمانی می‌داند که گیاه درگیر تنش شدید و ناگهانی محیط است. از آنجایی که در شرایط تنش آبی میزان آبسبزیک‌اسید در گیاه افزایش یافته و منجر به بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق

2. Zaid and De Wet

1. Karampour and Pejman

توده‌های هوای گرم و خشک به یک منطقه اشاره کرد. وزش بادهای گرم و خشک نیز موجب کاهش رطوبت نسبی شده و به‌طور قابل توجهی رشد گیاهان را محدود می‌کند. کاهش رطوبت نسبی هوا موجب تبخیر آب بیشتری از سطح گیاه می‌شود. با افزایش میزان تعرق گیاه، پتانسیل آب و آماس سلولی به کمتر از حد بحرانی رسیده و پژمردگی‌های موقت یا پژمردگی‌های دائم در بافت‌های گیاه ایجاد می‌کند (محمدی و مقتدری، ۱۳۸۴) که کاهش رطوبت خاک نیز این پدیده را تشدید می‌کند. علاوه بر دما و رطوبت، میزان تابش فرابنفش و آزن هم در ایجاد این عارضه نقش دارند (کردوانی و همکاران، ۱۳۹۲).

اهمیت نوع خاک در بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما از چند جنبه قابل بررسی است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌هایی با بافت متوسط و سنگین نسبت به خاک‌های سبک، آن‌ها را از نظر عناصر غذایی و ظرفیت نگهداری آب در حد مطلوبی قرار می‌دهد. محصولات زراعی و باغی که در چنین خاک‌هایی کشت می‌شوند نسبت به خاک‌های با بافت سبک، کمتر در معرض استرس کم آبی و کمبود مواد غذایی بوده به‌همین دلیل از لحاظ رشدی و کیفیت محصول نسبت به گیاهانی که در خاک‌های با بافت سبک هستند در جایگاه بالاتری قرار دارند (سرحدی، ۱۳۸۷). در بسیاری مناطقی که عارضه خشکیدگی مشاهده شده دارای خاک‌هایی با بافت سبک هستند. از طرف دیگر، خاک‌های دارای لایه سنگلاخی در اثر تابش آفتاب و اکسیدشدن منگنز تیره شده و در نتیجه در گرم‌تر شدن منطقه نقش دارند. در مناطقی که نخلستان‌ها دارای خاکی با چنین ویژگی‌هایی هستند دما در طول روز بالاتر رفته و از آنجایی که دما مهم‌ترین عامل در بروز این عارضه است، صدمات گرما در این مناطق روی گیاهان بیشتر و شدیدتر از مناطقی است که دارای خاکی سبک و روشن هستند (سرحدی، ۱۳۸۷). از طرف دیگر، سرعت وزش باد معمولاً در سطح زمین کمتر است، به‌همین دلیل در تابستان که بیشترین دما را در سطح زمین شاهد هستیم، نخل‌های کوچک که هنوز فاقد ریشه‌های عمیق جهت مقابله با استرس کم آبی هستند، در معرض گرمای بیشتر بوده و عارضه خشکیدگی شدیدتر است. درحالی‌که سرعت بیشتر باد در سطوح بالاتر از سطح زمین، باعث جابه‌جایی سریع‌تر گرمای در تماس با خوشه‌ها می‌گردد و در درختان بلندتر

به‌دلیل کاهش دما در ارتفاعات و همچنین جابجا شدن گرما توسط جریان هوا در محدوده تاج این درختان، این عارضه کمتر مشاهده شده است (سرحدی، ۱۳۸۷). با توجه به این مسئله عارضه خشکیدگی خوشه خرما در درختان کوتاه بیشتر از درختان مرتفع مشاهده شده است (ساعی، ۱۳۹۱). بنابراین تأثیر ارتفاع درخت در بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما را نمی‌توان نادیده گرفت.

درخت خرما از جمله درختان مقاوم به شوری است و شوری آب آبیاری کمتر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر برای درخت خرما مناسب است. میزان جذب آب توسط ریشه به دو عامل اختلاف فشار اسمزی و مقاومت ریشه‌ها بستگی دارد. وجود نمک در محلول خاک باعث افزایش فشار اسمزی محلول خاک شده که بدون افزایش فشار اسمزی آب داخل ریشه، جذب آب توسط ریشه گیاه را کاهش می‌دهد. البته در بسیاری از مواقع با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، فشار اسمزی آب داخل گیاه نیز افزایش پیدا کرده و گیاه خود را با شرایط جدید سازگار می‌کند. انجام این عمل توسط گیاه موجب صرف انرژی و در نتیجه کاهش رشد شده و همچنین باعث به‌هم خوردن توازن هورمونی در گیاه می‌گردد که خود موجب از بین رفتن سلول‌های گیاهی است (غفاری‌نژاد و صباح، ۱۳۸۸). زمانی که شوری محلول خاک به‌واسطه بالا بودن غلظت یون‌های سدیم است، مقدار زیادی از این یون‌ها ممکن است توسط گیاه جذب و در سلول‌های گیاه انباشته شود. در نتیجه موجب صدمه به گیاه شده که در مراحل پیشرفته به‌صورت آثار سوختگی در برگ‌های مسن مشاهده می‌شود (میناس^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین شوری از طریق اثر یون‌ها و افزایش فشار اسمزی، جذب آب توسط ریشه را دچار مشکل می‌کند و بر شدت این عارضه می‌افزاید.

در بررسی پاتوژن‌ها به‌عنوان یکی از عوامل بروز این عارضه، عوامل بیماری‌زای بسیاری مانند *Alternaria sp.*، *Penicilium sp.*، *A. niger*، *Aspergillus flavus*، *Trichoderma sp.*، *Fusarium sp.* و *Thielaviopsis paradoxa* از درختان آسیب دیده، جدا و مورد مطالعه قرار گرفت (کرم‌پور و پژمان، ۲۰۰۷) که از بین آن‌ها گونه *T. paradoxa* توانست عارضه خشکیدگی را تحت تنش خشکی و بادهای گرم در رقم مرداسنگ در هرمزگان تشدید کند (کرم‌پور و پژمان، ۲۰۰۷). این عامل قارچی نقش

مستقیم و یا اولیه در بروز اختلال خشکیدگی ندارد. گونه‌های متعدد قارچی مانند *Ceratocystis* از ریشه و خوشه‌های نخل مبتلا به عارضه خشکیدگی جدا شد، اما بیماری‌زایی آن‌ها به عنوان عامل خشکیدگی خوشه‌های خرما اثبات نشد (علوی، ۱۳۷۹). پژوهش‌های انجام شده توسط سایر پژوهشگران نیز نتوانست دخالت عوامل بیماری‌زای ویروسی، ویروئیدی، فیتوپلاسمایی، باکتریایی و به ویژه قارچ‌ها را در ایجاد عارضه اثبات کند (پژمان و ایزدی، ۱۳۸۵؛ کریمپور ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲؛ نجفی‌نیا و راه‌خدایی^۱، ۲۰۲۴). بنابراین با توجه به مطالعات انجام‌شده نقش قارچ‌ها را نه در بروز عارضه، بلکه در تشدید آن می‌توان مدنظر قرار داد.

مدیریت بهینه عارضه خشکیدگی خرما

با توجه به اینکه در همه مطالعاتی که صورت گرفته زمان بروز عارضه همزمان با افت رطوبت نسبی، وزش بادهای گرم و خشک و افزایش دما بوده است هر عاملی که باعث کاهش دما و افزایش رطوبت در گیاه گردد می‌تواند در کاهش شدت عارضه موثر باشد. روش‌های متفاوتی برای این منظور مورد استفاده قرار گرفته است که در ادامه به‌طور مفصل به آن پرداخته شده است.

تنک‌کردن

تنک میوه خرما یکی از روش‌های اساسی در یکنواخت کردن کیفیت و کمیت محصول است. اگرچه تنک، تعداد میوه در خوشه را کاهش می‌دهد اما باعث توزیع مناسب مواد غذایی بین میوه‌ها و بهبود خواص کمی و بازاری پسندی آن‌ها می‌شود (ایزدی، ۱۳۸۵). این فرآیند با کاهش سطح تبخیر از خوشه‌ها و استفاده بهینه از آب و مواد غذایی در دسترس گیاه قابل توجیه است. تنک خوشه در شرایطی که رطوبت اطراف خوشه‌ها زیاد باشد با بهبود بخشیدن جریان هوای اطراف خوشه‌ها، خطر فساد میوه را کاهش می‌دهد. چند روش برای تنک نخل‌ها استفاده می‌شود که شامل تنک خوشک‌های خوشه و تنک میوه‌های خرما است (ال‌سیخان^۲، ۲۰۰۸؛ استوارزاده و همکاران، ۱۳۹۹). در رقم مضافتی حذف ۳۰ درصد خوشک‌های مرکزی بیشترین تأثیر را در کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه داشت (دامن‌کشان و همکاران، ۱۳۸۷؛ دامن‌کشان و پناهی^۳، ۲۰۱۳).

بهترین و مناسب‌ترین روش برای ارقامی با خوشک‌های کشیده و بلند حذف نوک خوشه است (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۵) و برای ارقام دارای خوشک‌های کوتاه تنک به‌روش حذف خوشک‌های مرکزی توصیه می‌شود. تنک‌کردن، عارضه را در میوه‌های خرما ۸۰ تا ۱۰۰ درصد در مقایسه با تیمارهای فاقد تنک کاهش داد (استوارزاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ دامن‌کشان و پناهی، ۲۰۱۳). درجات مختلف تنک کردن شامل سبک (۲۳ درصد)، متوسط (۵۰ درصد) و سنگین (۶۵ درصد) قابل انجام است. تنک متوسط نسبت به سبک باعث افزایش مقدار خرما با درجه ممتاز گردید (سیاح‌پور، ۱۳۸۱؛ ایزدی و همکاران، ۱۳۸۵). از طرف دیگر حذف کامل برخی خوشه‌ها و کوتاه کردن انتهای خوشک‌ها باعث افزایش متوسط وزن میوه و قندهای محلول در رقم زغلول (حسابلا^۴ و همکاران، ۱۹۸۴) و در رقم استعمران (گودارا^۵ و همکاران، ۱۹۹۲) شد. تنک یک‌سوم خوشک‌های کناری یا میانی نیز باعث افزایش اندازه میوه و وزن تر آن شد. در رقم ساکوتی نیز با تنک ۳۰ درصدی خوشک‌های مرکزی، اندازه میوه و قندهای آن افزایش چشمگیری یافت. تنک عمدتاً بر روی ویژگی‌های فیزیکی خوشه و میوه خرما اثرگذار است، اما اثر تنک بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و شیمیایی عارضه خشکیدگی خوشه خرما را نیز نمی‌توان نادیده گرفت، این عمل موجب افزایش ۱۳ درصدی مقدار پتاسیم میوه خرما شد (استوارزاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ زارعی^۶ و همکاران، ۲۰۱۳). زمان تنک‌کردن اثر معنی‌داری بر کاهش عارضه ندارد اما تنک‌کردن در مرحله گرده‌افشانی به دلیل صرفه‌جویی در وقت و هزینه پیشنهاد می‌شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۵).

پوشش خوشه خرما

یکی از راه‌کارهای ارزان کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما، جلوگیری از تابش مستقیم اشعه آفتاب و وزش بادهای گرم و خشک و ترشیدگی میوه‌ها و در نهایت تعدیل دمای محیط میوه‌ها و خوشه است. تکنیک پوشش‌گذاری برای محافظت از میوه‌ها در برابر رطوبت و باران زیاد، حملات پرندگان و آسیب‌های ناشی از حشرات و عوامل بیماری‌زا نیز مفید است (هارش^۷ و همکاران، ۲۰۲۰؛ پژمان و ایزدی، ۱۳۸۵). براساس مطالعات صورت گرفته نخل‌های

5. Godara
6. Zarei
7. Harhash

1. Najafiniya and Rahkhodaei
2. Al-Saikh
3. Damankeshan and Panahi
4. Hassaballa

خشکیدگی خوشه بر ویژگی‌های کیفی مانند افزایش وزن و طول میوه و نسبت گوشت به هسته اثرگذار است (شورآبادی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین می‌توان گفت استفاده از پوشش حصیری در اوایل مراحل تغییر رنگ میوه به‌عنوان یک راهکار مناسب برای کاهش این عارضه پیشنهاد می‌شود.

تغذیه مناسب (با استفاده از کودها و نمک‌های

حاوی کلسیم و پتاسیم)

یکی از مهمترین دلایل این عارضه در خرما در مناطق خرماخیز کشور عدم توجه کافی کشاورزان به تغذیه است. گزارش‌ها حاکی از این است که بسیاری از خاک‌های مناطق خرماخیز کشور از نظر مواد غذایی فقیر هستند (علیخانی‌کوهپایه^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). عناصر غذایی برای رشد گیاه و بهبود کیفیت میوه ضروری بوده و تأثیر تغذیه مناسب با عناصر معدنی نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و ریزمغذی‌ها در کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما غیرقابل انکار است (روستا، ۱۳۸۲). براساس نتایج تحقیقات انجام شده تغذیه بهینه درخت خرما نقش مهمی در کاهش آسیب‌های ناشی از عارضه خشکیدگی دارد (جدول ۱). کلسیم از جمله عناصری است که حتی اگر در خاک، بیش از نیاز گیاه وجود داشته باشد، ممکن است کمبود آن در اندام‌هایی با میزان تعرق کم (میوه) مشاهده شود. از این رو محلول‌پاشی این عنصر بر روی اندام‌ها می‌تواند کمبود را جبران کند (شکفته و نیک‌پور، ۱۳۹۵). میزان کلسیم و پتاسیم گیاه با وضعیت میزان آب در گیاه رابطه دارد. جذب آب توسط گیاه وابسته به میزان تعرق بوده و میزان تعرق گیاه را عوامل اقلیمی و میزان رطوبت خاک و دما تعیین می‌کند. کمبود کلسیم به‌دنبال کمبود آب در گیاه ایجاد می‌شود. محلول‌پاشی ترکیبات کلسیم‌دار می‌تواند منجر به افزایش کلسیم گیاه و کاهش این عارضه گردد. همچنین این عنصر باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه شده و باعث طول‌شدن میوه می‌گردد (مارشنر^۲، ۱۹۹۵). پتاسیم بیشترین کاتیون موجود در سلول بوده که تأثیر زیادی در رشد گیاه دارد (مارشنر، ۱۹۹۵) و یکی از وظایف آن تنظیم روابط آبی گیاه می‌باشد. وقتی گیاه تحت تنش کم‌آبی قرار می‌گیرد پتاسیم به‌دلیل دارا بودن خاصیت اسمتیک از یک‌طرف باعث افزایش جذب آب و از طرف دیگر به‌دلیل نقشی که در باز و بسته شدن روزنه‌های گیاه دارد

دارای پوشش در مقایسه با نخل‌های بدون پوشش تفاوت معنی‌داری در کاهش میزان خشکیدگی نشان می‌دهد (لطیفیان و همکاران، ۱۳۹۱). پوشش خوشه خرما همچنین در دوره گلدهی و میوه‌دهی اثر مفیدی بر تشکیل و عملکرد میوه و همچنین تسریع رسیدن و بهبود کیفیت میوه دارد. برای پوشش از سبدهای حصیری بافته شده از برگ‌های نخل خرما و یا برگ‌های نخل پاکوتاه (داز) یا از پارچه متقال ضخیم می‌توان استفاده کرد (پناهی و همکاران، ۱۳۸۶). در بررسی تأثیر هفت نوع پوشش بر کاهش خسارت بیماری‌های پاتوژنیک و غیرپاتوژنیک‌های مهم میوه خرما، رقم سایر شامل سبدهای حصیری، توری‌پارچه‌ای، توری پلاستیکی سبز، برزنتی پنجره‌دار، پلاستیکی سفید منفذدار، کاغذ کرافت و گونی‌کنفی، میزان اثرگذاری پوشش‌های حصیری، توری‌نایلونی و توری‌پارچه‌ای بیشتر بود و تیمارهای برزنتی، پلاستیکی، کاغذ سفید و گونی‌کنفی در درجه اهمیت بعدی قرار گرفت (لطیفیان و همکاران، ۱۳۹۱). در بررسی اثر استفاده از پوشش‌های حصیری، گونی‌کنفی، گونی‌پلاستیکی و پارچه‌توری در دو زمان مختلف اوایل مرحله تغییر رنگ میوه و مرحله تغییر رنگ کامل میوه، پوشش حصیری با کمترین میزان خسارت خشکیدگی خوشه خرما (۱۶ درصد) به‌عنوان مناسب‌ترین نوع پوشش پیشنهاد شد (پژمان و همکاران، ۱۳۸۴). درحالی‌که کریمی‌پورفرد و پژمان (۱۳۸۱) در بررسی اثرات پوشش‌های فویل آلومینیوم، کاغذ کرافت، کیسه‌پارچه‌ای ضخیم و توری‌پارچه‌ای بر روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه‌های خرما، پوشش فویل آلومینیوم را در کنار پوشش حصیری به‌عنوان بهترین پوشش گزارش نمودند. این عارضه از ۲۱/۸ درصد به ۷/۹ درصدی در پوشش فویل آلومینیوم و به ۸/۶ درصد در پوشش حصیری کاهش یافت. بر اساس تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و بم نیز پوشش‌دهی خوشه خرما با سبدهای حصیری در اوایل مرحله تغییر رنگ میوه یکی از مناسب‌ترین راهکارهای کاهش عارضه خشکیدگی بود (درینی، ۱۳۸۰). به‌طوری‌که استفاده از پوشش حصیری در اوایل مرحله خارک نیز با کاهش دمای روزانه درون خوشه‌ها به میزان ۴/۳ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش چشمگیر آسیب عارضه گردیده است (پژمان و ایزدی، ۱۳۸۵). اثر پوشش حصیری علاوه بر کاهش عارضه

باعث جلوگیری از خروج آب از گیاه می‌گردد (مارشور، ۱۹۹۵). به‌علاوه پتاسیم باعث مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های مختلف می‌شود. براساس تحقیقات انجام شده، استفاده از کودهای حیوانی همراه با عناصر غذایی معدنی از جمله پتاسیم، موجب افزایش عملکرد جذب آب توسط گیاه و حفظ آن می‌گردد. کودهای حیوانی می‌توانند ویژگی‌های فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و آب قابل استفاده خاک را افزایش دهند (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد

تنظیم‌کننده‌های رشد مانند براسینواستروئیدها، سالیسیلیک‌اسید، پلی‌آمین‌ها و پتیدها، مواد آلی هستند (دیویس^۱، ۱۹۹۵) که در جنبه‌های مختلف کشاورزی بخصوص کاهش تنش و افزایش عملکرد استفاده می‌شوند (دیس^۲، ۲۰۱۹؛ بروجردنیا و تراهی، ۱۳۹۸). مقدار این ترکیبات در واکنش دفاعی گیاهان در برابر انواع تنش‌ها افزایش می‌یابد (لیو^۳ و همکاران، ۲۰۰۶؛ پرابهواتی و راجام^۴، ۲۰۰۷). به‌طور کلی میزان پلی‌آمین‌ها از جمله پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین در گیاهان به‌گونه گیاهی، حساسیت به تنش‌ها و مدت زمان تنش بستگی دارد (کسوکاب^۵ و همکاران، ۲۰۰۴). در بررسی اثر کاربرد پوترسین بر رطوبت خرمای رقم مضافتی مشخص شد که میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی‌مولار پوترسین به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد دارای رطوبت بالاتری هستند. این تنظیم‌کننده باعث کاهش تولید اتیلن شده و در نهایت سرعت از دست دادن آب را در میوه‌ها کاهش می‌دهد (ذکائی خسروشاهی و اثنی عشری^۶، ۲۰۰۸). محلول‌پاشی پوترسین بر روی میوه‌ها در ابتدای مرحله خارک در درختان خرمای مضافتی در منطقه بوم باعث کاهش ۱۹ درصدی خسارت خشکیدگی خوشه خرما شده و همچنین بر کیفیت میوه تولید شده، می‌افزاید. این ترکیب همچنین موجب افزایش طول، قطر، وزن، رطوبت، قند و کل مواد جامد محلول و افزایش اسیدیته در میوه‌های خرما شد (پناهی و دامن‌کشان، ۲۰۱۵). اسیدسالیسیلیک (ارتوهیدروکسی‌بنزوئیک‌اسید) امروزه به عنوان یک تنظیم‌کننده شبه‌هورمونی شناخته شده و در مکانیسم‌های دفاعی علیه تنش‌های زیستی و محیطی نقش

دارد. این ترکیب که به‌طور طبیعی در گیاهان تولید می‌شود از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و جذب کلسیم در نمو گیاهان نقش دارد (حیات^۷ و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات متعددی نقش اسیدسالیسیلیک را به عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی تأیید کرده است (لارچر^۸، ۲۰۰۳). اسید سالیسیلیک تشکیل پروتئین‌های دفاعی را تحریک کرده و بر سنتز پروتئین‌های مهارکننده پروتئازهای گیاهی اثرگذار است (راسکین^۹، ۱۹۹۲). این تنظیم‌کننده در مقاومت به خشکی (قوامی و همکاران، ۱۳۹۰)، مقاومت گرمایی (هی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۵)، افزایش تحمل بافت‌ها به تنش‌های فیزیکی و زیستی (کاوایی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۵) و کاهش تولید اتیلن (مظاهری‌تیرانی و همکاران، ۱۳۸۸) نقش دارد. بنابراین اسیدسالیسیلیک در کاهش درصد خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما موثر به‌نظر می‌رسد. کاربرد این ترکیب به‌طور همزمان با ترکیباتی مانند سیلیکات پتاسیم بسیار موثرتر بوده، زیرا باعث کاهش درصد پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما و ارتقای قابل توجهی بر وزن خوشه، عملکرد و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه می‌شود (احمد و ال-آرمانی، ۲۰۲۳). سالیسیلیک‌اسید همچنین فرآیند رسیدن برخی از میوه‌ها را به تأخیر می‌اندازد که این اثر از طریق اختلال در بیوسنتز و عمل هورمون‌های اتیلن، آبسزیک‌اسید و سیتوکینین می‌باشد. در بررسی اثر شیمیایی اسیدسالیسیلیک بر میوه خرما نتایج تحقیقات پناهی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب کاهش درصد خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما، افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون، کاهش TSS و قند کل میوه نیز می‌گردد. براسینواستروئیدها نیز مانند سایر تنظیم‌کننده‌ها می‌تواند موجب افزایش فعالیت مسیرهای آنتی‌اکسیدانی شوند که به این ترتیب ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه تحت تنش را افزایش می‌دهند (حیات و همکاران، ۲۰۰۰). نقش براسینواستروئیدها در پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان کمتر شناخته شده است. تحقیقات نشان داده که کاربرد خارجی این تنظیم‌کننده، فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی

7. Hayat
8. Larcher
9. Raskin
10. He
11. Kaviani

1. Davies
2. Dias
3. Liu
4. Prabhavathi and Rajam
5. Kasukab
6. Zokaei Khosroshahi and Esna-Ashari

جدول ۱- نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در خصوص کاربرد عناصر بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما

کاربرد عناصر	نتیجه	منبع تحقیق
محلول پاشی با ترکیبات کلسیم‌دار	کلسیم عنصری کم‌تحرک در آوند چوبی و جذب آن وابسته به تعرق است. با توجه به کم بودن میزان تعرق در میوه‌ها محلول پاشی با ترکیبات کلسیم‌دار موجب کاهش خسارت عارضه می‌گردد.	شکفته و نیک‌پور، ۱۳۹۵
محلول پاشی با ترکیبات کلسیم‌دار	کلسیم موجب استحکام دیواره سلولی و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود. اگر عامل بیماری‌زا در عارضه نقش داشته باشد، کلسیم موجب کاهش خسارت عارضه می‌گردد.	Pezhman and Roshan, 2012
محلول پاشی نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم	کلسیم و پتاسیم به‌عنوان دو عنصر موثر بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما هستند.	Izadi and Aslmoshtaghi, 2015
محلول پاشی سولفات پتاسیم و نیترات پتاسیم و سولفات منگنز	بهبود ویژگی‌های فیزیکی میوه مانند وزن، طول، قطر و حجم می‌شود.	Izadi and Aslmoshtaghi, 2015
تزریق سولفات کلسیم و کلراید	اثر قابل توجهی بر بروز عارضه خشکیدگی خرما ندارد.	غفاری‌نژاد و صباح، ۱۳۸۸ و Izadi and Aslmoshtaghi, 2015
تزریق نیترات کلسیم	اثر قابل توجهی بر کاهش عارضه داشت.	غفاری‌نژاد و صباح، ۱۳۸۸ و Izadi and Aslmoshtaghi, 2015
ترکیب سولفات مس و آهن به نسبت ۵ درصد	اثر قابل توجهی بر کاهش عارضه داشت.	میرزائی و همکاران، ۱۳۸۱

(سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز) و غیر آنزیمی (آسکوربیک اسید، توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها، گلوتاتیون) را تحت تنش‌های مختلف افزایش داده است (کلوز، ۲۰۰۲). همچنین افزایش میزان پرولین در گیاهان تحت استرس خشکی سبب افزایش تحمل آن‌ها می‌شود. در مطالعه پناهی و همکاران (۱۳۹۹). براسینواستروئید در مرحله شروع خارک در خرماي رقم مضافتی در منطقه بم موجب کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما شد. در این مطالعه درختان محلول پاشی شده با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام براسینواستروئید کمترین آسیب را نشان دادند (پناهی و همکاران، ۱۳۹۹). کاهش درصد خشکیدگی خوشه با براسینواستروئید را می‌توان به نقشی که در توانایی پاسخ به تنش‌های محیطی (شهباز و اشرف، ۲۰۰۷؛ کلوز، ۲۰۰۲) از جمله افزایش مقاومت به تنش‌های گرمایی (کلوز، ۲۰۰۲) و خشکی (حیات و همکاران، ۲۰۰۰) دارد، مربوط دانست.

استفاده از آلونته‌ورا و پودر کائولین

با توجه به اینکه سطوح دارای رنگ روشن در مقابل نور خورشید انرژی گرمایی کمتری جذب می‌کند با ایجاد پوشش سفیدرنگ می‌توان درجه حرارت درخت را کاهش داد. پوشش مناسبی که پودر کائولین بر روی گیاه ایجاد می‌کند در کاهش درجه حرارت گیاه موثر بوده و بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما و خسارات ناشی از نور

خورشید و آفتاب‌سوختگی اثر قابل توجهی دارد (پناهی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین استفاده از پودر کائولین اثر قابل توجهی بر کاهش بیماری‌های مختلف مانند سفیدک پودری، آتشک، لکه‌سیاه سیب و آفتاب‌سوختگی را نشان می‌دهد (گلن^۱ و همکاران، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲؛ یازسی و کیناک، ۲۰۰۶؛ وراکود^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). کائولین با ایجاد پوششی مناسب در سطح برگ موجب کاهش دمای برگ شده (برمه و همکاران، ۱۳۹۰)، به این ترتیب موجب کاهش میزان تنفس و افزایش کارایی فتوسنتز می‌گردد (حیات و همکاران، ۲۰۰۰).

کائولین همچنین در گیاه زیتون (برمه و همکاران، ۱۳۹۰) و تاک (گلن و همکاران، ۲۰۱۰) نیز موجب حفظ آب و افزایش راندمان مصرف آب شده است. برای محلول پاشی معمولاً از محلول ۵ و ۱۰ درصد کائولین استفاده می‌شود. براساس گزارش‌ها، محلول پاشی میوه‌ها با کائولین با غلظت ۱۰٪ مقدار رطوبت میوه را ۴٪ نسبت به شاهد افزایش داد. به‌دلیل اینکه بروز علائم عارضه خشکیدگی خوشه خرما در اواخر مرحله خارک یعنی موقع تغییر رنگ میوه اتفاق می‌افتد، فرآیند محلول پاشی بهتر است در دو مرحله، ۲۰ روز قبل از تغییر رنگ میوه و ۱۰ روز پس از آن انجام شود، و در صورتی که در یک مرحله انجام شود، پیشنهاد می‌شود ۱۰ روز قبل از تغییر رنگ میوه صورت گیرد (برادران و همکاران، ۱۳۹۴).

1. Glenn

2. Weerakkody

میوه کاربرد مقدار ۳۰۰ گرم پلیمر سوپرچاذب با کود پتاسه یا کود حیوانی در نخلستان‌های خرما می‌مضافتی توصیه می‌شود، اما در شرایط بروز عارضه خشکیدگی خوشه برای افزایش عملکرد میوه‌های سالم و کل، کاربرد همزمان هر سه عامل با مقادیر ۳۰۰ گرم پلیمر سوپرچاذب، ۳ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۱۳۰ کیلوگرم کود حیوانی مناسب‌تر است (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۹). براساس گزارشات این ترکیب قابلیت کاهش ۶۰ درصدی عارضه خشکیدگی خوشه و افزایش ۱۰۰ درصدی وزن میوه‌های سالم را دارد.

آمینوکلات

آمینوکلات‌ها نسل جدیدی از کودهای شیمیایی بوده که براساس کلات‌های آمینواسیدی اولین بار توسط شیمیدان‌های آمریکایی سنتز شدند (برادلی^۴، ۲۰۱۰). آمینواسیدها پیش‌ماده بعضی از هورمون‌های گیاهی هستند و به دلیل بهبود فرآیند فتوسنتز، افزایش نسخه‌برداری mRNA، فعال‌سازی فرآیند ساخت قند و پروتئین، اثرات خوبی بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصول دارند (کوتگن و پاولزیک، ۲۰۰۸). این نوع کودها دارای تنوع بالایی هستند و مطالعات اندکی بر روی آن‌ها صورت گرفته است. استفاده از کلات‌های آمینه به‌عنوان جایگزینی برای کودهای معمولی، می‌تواند منجر به جذب بیشتر مواد مغذی شده و عوارض جانبی کمتری داشته باشند (سوری^۵، ۲۰۱۶). این ترکیبات شیمیایی میل ترکیبی بالایی برای پیوند محکم با یون‌های فلزی دارند (پناهی^۶ و همکاران، ۲۰۲۳)، دارای حلالیت بالا در آب بوده و به سادگی در داخل گیاه متابولیزه می‌شوند. آمینوکلات‌ها می‌توانند به تشکیل پروتئین‌های پیش‌نیاز سنتز هورمون‌های گیاهی و همچنین به سنتز متابولیت‌های ضروری مانند کلروفیل، گلیسین و اسید گلوتامیک کمک کنند. این ترکیبات با حفظ pH محیط در جذب بهتر عناصر موجود در خاک و افزایش محتوای کلروفیل در اندام‌های گیاه سبز و پایداری کلروفیل اثرگذار هستند (خلجی^۷ و همکاران، ۲۰۱۸). استفاده از آمینو کلات‌ها باعث کاهش بسیاری از اختلالات پژمردگی و آفتاب سوختگی میوه خرما می‌شود. اسپری آمینوکلات‌ها بر روی خوشه‌های خرما به هر میزانی به‌طور قابل توجهی در کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما موثر است (پناهی و

آلوه‌ورا یکی از گیاهان دارویی بسیار مهم است که ۹۶٪ از ژل موجود در برگ‌های آن را آب تشکیل می‌دهد. این گیاه به‌طور طبیعی دارای خواص ضدقارچی و ضد میکروبی است (روسکا-کاسیان^۱، ۲۰۰۷). تحقیقات نشان داده که در ژل و برگ‌های آلوه‌ورا ترکیبات دارویی فعال وجود دارد که در درمان‌های مختلفی نظیر سوختگی‌ها، حساسیت‌ها و جراحات، بیماری‌های پوستی، دیابت، بیماری‌های عفونی و سرطان مؤثر است. این گیاه همچنین حاوی عوامل ضد التهاب و آنتی‌اکسیدانی است (یونگچایودا^۲ و همکاران، ۱۹۹۶). موادی که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند، می‌توانند اثر زیان‌بار رادیکال‌های آزاد اکسیژن را کاهش دهند (دانگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). نخل‌های محلول‌پاشی شده با ژل آلوه‌ورا شدت کمتری از عارضه خشکیدگی خوشه خرما را نشان دادند (پناهی و همکاران، ۱۳۹۹). از دست رفتن رطوبت و خشک شدن میوه‌ها با بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما موجب کاهش عملکرد در درختان خرما می‌شود. این ماده به‌صورت پوششی بسیار نازک که به راحتی قابل شستشو است میزان تعرق را کاهش می‌دهد و موجب حفظ رطوبت می‌گردد. در بین غلظت‌های مورد استفاده، غلظت ۳۰٪ درصد نسبت به سایر تیمارها نتیجه بهتری در کاهش ۷۰ درصدی خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما داشت (پناهی و همکاران، ۱۳۹۹).

ذرات سوپرچاذب

ذرات هیدروژل سوپرچاذب توانایی بالایی در جذب آب دارند. این ذرات همچنین از سرعت جذب بالایی برخوردارند. بهبود محیط ریشه گیاه به‌وسیله پلیمرهای سوپرچاذب، موجب افزایش نگهداری آب در خاک، افزایش نفوذ آب، کاهش فرسایش و رواناب، افزایش جوانه‌زنی و رشد سریع گیاهان می‌شود (علیخانی‌کوهپایی و همکاران، ۲۰۱۸). مواد آلی به‌علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند به‌عنوان یکی از ارکان مهم حاصلخیزی خاک‌ها شناخته می‌شوند (پوزش شیرازی و همکاران، ۱۳۹۰). اثر افزودن همزمان سوپرچاذب و کود سولفات پتاسیم و سوپرچاذب و کود حیوانی بر عملکرد میوه سالم، بر عملکرد کل و کاهش درصد عارضه خشکیدگی تأثیرگذار است. به‌طور کلی برای بهبود کیفیت

5. Souri
6. Panahi
7. Kalaji

1. Rosca-Casian
2. Yongchaiyudha
3. Dang
4. Bradley

همکاران، ۲۰۲۳). در مطالعه پناهی و همکاران (۲۰۲۳) پس از استفاده از آمینوکلات منگنز به مقدار ۲ پی‌پی‌ام درصد آسیب از ۳۶/۶۷ درصد به ۵ درصد کاهش یافت. سهم اثر آمینوکلات‌های مس، روی، کلسیم و پتاسیم بر روی عارضه خشکیدگی خوشه خرما به ترتیب ۶/۱، ۵/۵، ۵/۵ و ۸/۷ درصد بود. مکانیسم اثر مواد مغذی درشت و ریز به شکل کلات‌های آمینه بدین صورت است که فعالیت مسیرهای آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان تحت تنش را افزایش می‌دهد (یاپیش^۱، ۲۰۱۵). آمینوکلات‌ها همچنین بر خواص کمی و کیفی میوه خرما مانند وزن و طول دانه، عملکرد، اسیدیته و رطوبت میوه اثر مثبت دارند (پناهی و همکاران، ۲۰۲۳). کاربرد کلسیم به همراه آمینوکلات‌ها و سایر ریزمغذی‌ها بیشترین تأثیر را بر وزن میوه دارد (ناصری^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از کلات‌های آمینه نسبت به بسیاری از مواد مغذی مقرون به صرفه است و نتایجی مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی را بر روی درخت خرما دارند (محمدی^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

سایر روش‌های مدیریتی

مدیریت صحیح آبیاری در نخلستان‌ها در کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما تأثیر به‌سزایی داشته و هرگونه کمبود آب و تغییر در دور آبیاری موجب وارد شدن تنش به گیاه شده و بر شدت عارضه می‌افزاید (برادران و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین تأمین رطوبت در نخلستان به‌ویژه در دوره بحرانی ایجاد عارضه بسته به نوع رقم و منطقه کاشت از تیرماه تا نیمه اول شهریورماه، بسیار حائز اهمیت است (پناهی و همکاران، ۱۳۹۶). دور آبیاری بر اساس میانگین تبخیر ماهانه دراز مدت در هر منطقه و بافت خاک در فروردین‌ماه هر سال تعیین می‌گردد (برادران و همکاران، ۱۳۹۴). آبیاری از زمان تشکیل میوه تا اواخر مرحله رطب هر ۷-۴ روز یک‌بار بسته به شرایط خاک، منطقه و با اولویت آبیاری در شب توصیه شده است (پناهی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به شرایط اقلیمی مناطق کاشت درختان خرما دور آبیاری هفت روزه در بافت خاک سبک و خاک‌های شنی و برای خاک‌های متوسط هر ۱۰ روز یک‌بار توصیه شده است (برادران و همکاران، ۱۳۹۴).

از آنجایی‌که وزش بادهای گرم و خشک در دوره بحرانی ایجاد عارضه یکی از عوامل مهم افزایش خسارت عارضه به

شمار می‌رود با احداث بادشکن امکان تعدیل شرایط محیطی و کاهش اثر بادهای گرم فراهم شده و می‌تواند تا حد زیادی اثرات نامطلوب این عامل را کاهش دهد (برادران و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین احداث بادشکن به‌ویژه در اطراف نخلستان‌های جدید و در مسیر بادهای گرم و خشک غالب منطقه، سبب کاهش تبخیر و تعرق از برگ‌ها شده و در نتیجه منجر به کاهش چروکیدگی در میوه‌ها می‌گردد (پناهی و همکاران، ۱۳۹۶). در احداث بادشکن توجه به جهت وزش بادهای گرم در اطراف نخلستان و همچنین استفاده از درختان سازگار با شرایط محیطی هر منطقه ضروری است (برادران و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین میانه‌کاری در بین درختان نخل با گیاهان پوششی مانند یونجه و سورگوم، باعث تعدیل شرایط حرارتی، رطوبتی و افزایش رطوبت نسبی در باغات خرما می‌شود. براساس مطالعات انجام شده میانه‌کاری سورگوم و یونجه با رقم مضافتی باعث کاهش شدت عارضه به‌ترتیب از ۹۵ درصد به ۱۶ و ۲۵ درصد شده است (درینی، ۱۳۸۰). بنابراین در صورت تأمین آب کافی با میانه‌کاری می‌توان خسارت ناشی از افزایش دما و وزش بادهای گرم و خشک را در دوره بحرانی بروز عارضه کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی برای مدیریت عارضه خشکیدگی در یک نخلستان راهکارهای متفاوتی وجود دارد که باید براساس نوع رقم خرما و نوع منطقه‌ای که نخلستان در آن واقع است، مناسب‌ترین استراتژی انتخاب و برای آن اقدام شود. بدون در نظر گرفتن جزییات نوع رقم و منطقه، کاربردی‌ترین اقدامات جهت کاهش این عارضه شامل آبیاری براساس میانگین تبخیر ماهانه در هر منطقه جهت حفظ رطوبت، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک با ذرات هیدروژل، تغذیه خاک با مصرف کودهای حیوانی به‌همراه کودهای فسفره، پتاسه و سایر عناصر غذایی براساس نیاز، استفاده از آمینوکلات‌ها و ریزمغذی‌ها در مرحله خارک، تنک‌کردن ۳۰ درصد خوشک‌ها در مرحله گرده‌افشانی و پوشش خوشه‌ها با حصیر یا فویل آلومینیوم یا استفاده از پودر کائولین به منظور کاهش دمای درون گیاه، افزایش رطوبت نسبی با میانه‌کاری یونجه و سورگوم و کشت آمیخته با درختانی مانند مرکبات، استفاده از بادشکن به‌منظور کاهش سرعت

و اثر بادهای گرم در منطقه و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد مانند پوترسین است. جهت کنترل خسارات به نحو مطلوب و با کارایی بیشتر در نخلستان‌ها، انجام چند استراتژی به طور همزمان پیشنهاد می‌شود.

منابع

- استوارزاد، ح.، صمدی، ع. و سپهر، ا. ۱۳۹۹. تأثیر تنک خوشه خرما بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی، عناصر معدنی و عارضه خشکیدگی خوشه خرما در منطقه بم. تحقیقات کاربردی خاک، ۸(۴): ۱۹۷-۲۰۷.
- ایزدی، م.، داوودیان، ع. و دامن‌کشان، ب. ۱۳۸۵. بررسی اثرات روش تنک خوشه بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در دو مرحله گرده‌افشانی و کیمری. موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری. ۲۹ ص.
- برادران، غ.، عساری، م.، دامغانی، ر. و طاهری، ن. ۱۳۹۴. بررسی مقدماتی اثر پودر کائولین در کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما در استان کرمان. موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور. ۳۶ ص.
- برمه، ل.، معلمی، ن. ا. و مرتضوی، س. م. ج. ۱۳۹۰. بررسی اثر ضدتعرقی کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک چهار رقم زیتون. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱: ۱۱-۲۳.
- بروجردنیا، م. و تراهی، ع. ۱۳۹۸. تنظیم‌کننده‌های رشد و اثرات آن‌ها بر فیزیولوژی نخل خرما. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری. ۱۴ ص.
- پژمان، ح.، روشن، و.، راه‌خدایی، ا.، ایزدی، م.، مرعشی، س.، روستا، م. ج. و کرمپور، ف. ۱۳۸۴. بررسی علل عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. گزارش نهایی پروژه. موسسه تحقیقات خرما. ۱۲۷ ص.
- پژمان، ح. و ایزدی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات نحوه تنک و نوع پوشش بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه و کیفیت میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) رقم کبکاب. مجله علمی کشاورزی. ۲۹(۲): ۹۳-۱۰۴.
- پژمان، ح. و راه‌خدایی، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثر عوامل آب و هوایی بر روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. گزارش نهایی پروژه. موسسه تحقیقات خرما. ۳۱ ص.
- پناهی، ب.، دامن‌کشان، ب. و اسعدی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر شیمیایی پوترسین بر میوه خرما. اولین همایش ملی خرما و امنیت غذایی. ایران، اهواز. ۴ ص.
- پناهی، ب.، دامن‌کشان، ب. و اسعدی، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر روی عارضه خشکیدگی خوشه خرما در منطقه بم. گزارش نهایی پروژه. پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری. ۲۴ ص.
- پناهی، ب.، دامن‌کشان، ب. و اسعدی، م. ۱۳۹۶. توصیه‌های فنی به منظور کاهش خسارت عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۲۴ ص.
- پناهی، ب.، دامن‌کشان، ب. و اسعدی، م. ۱۳۹۹. بررسی اثرات تنظیم‌کننده‌های رشد، کائولین و عصاره گیاهی بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما. گزارش نهایی پروژه. پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری. ۳۲ ص.
- پناهی، خ. ۱۳۷۸. نگاهی بر علل عارضه خشکیدگی خوشه خرما. زیتون (ماهنامه علمی- تخصصی وزارت جهاد کشاورزی): ۴۶-۵۱.
- پوزش‌شیرازی، م.، سماوات، س.، زلفی‌باوریانی، م.، فخری، ف. و مرادی، ق. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاه در استان بوشهر. پژوهش‌های خاک، ۲۵(۴): ۲۸۵-۲۹۳.
- پوزش‌شیرازی، م. و خادمی، ر. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر برخی فاکتورهای هواشناسی بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما در استان بوشهر. گزارش نهایی طرح. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر. ۲۷ ص.
- دامن‌کشان، ب.، ایزدی، ح.، اسعدی، م. و دهقان، ح. ۱۳۸۷. بررسی اثرات روش تنک خوشه بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در دو مرحله گرده‌افشانی و کیمری. موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. ۲۹ ص.
- درینی، ع. ۱۳۸۰. بررسی نقش عوامل آب و هوایی بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما. مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت: ۲۰ ص.

- راه‌خدایی، ا. و پژمان، ح. ۱۳۸۶. اثر دما و رطوبت نسبی هوا بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما: مضافتی در ناحیه جیرفت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸(۳): ۱۴۹-۱۶۴.
- روستا، م.ج. ۱۳۸۲. تأثیر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم و کلرور کلسیم بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما رقم مضافتی. مجله خاک و آب، ۱۷(۲): ۱۲۳-۱۳۰.
- ساعی، م. ۱۳۹۱. بررسی نقش عوامل مدیریتی نخلستان بر شدت بروز عارضه خشکیدگی خوشه خرما در منطقه جیرفت، همایش ملی و جشنواره علمی خرما ایران.
- سرحدی، ج. ۱۳۸۷. عارضه خشکیدگی خوشه خرما و عوامل مؤثر از دیدگاه آب، خاک و تغذیه گیاه. سازمان جهاد کشاورزی منطقه جیرفت و کهنوج- مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی. ۱۲ ص.
- سعیدی، ز.، حشمتی‌رفسنجانی، م.، سرحدی، ج. و شمشیری، م.ج. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب، کود سولفات پتاسیم و کود حیوانی بر عملکرد و کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما: رقم مضافتی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۴(۴): ۹۸۹-۱۰۰۱.
- سیاح‌پور، ه. ۱۳۸۱. بررسی و تعیین مناسب‌ترین روش تنک میوه در خرما: استعمران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. انتشار موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. اهواز، ۱۱ ص.
- شکفته، ج. و نیک‌پور، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰(۳): ۳۵۸-۳۶۵.
- شورآبادی، ا.، شمشیری، م.ج.، نجفی‌نیا، م. و میردهقان، س.ح. ۱۳۹۴. نقش پوشش‌دهی خوشه و ترکیبات ضدتعرق بر کنترل عارضه خشکیدگی خوشه خرما: رقم مضافتی. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۳۹(۱): ۴۷-۶۴.
- علوی، ا. ۱۳۷۹. عارضه خشکیدگی خوشه خرما، خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. جلد ۲. بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۴ ص.
- غفاری‌نژاد، س.ع. و صباح، آ. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح و منابع ازت بر عملکرد، اجزاء عملکرد و شدت عارضه خشکیدگی خوشه خرما. علوم و فنون باغبانی ایران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۰(۳): ۲۱۱-۲۲۲.
- قلندری، س. ۱۳۹۴. نقش هورمون‌ها در روابط آب در گیاهان. کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی.
- قوامی، م.، سیاری، م.، کردی، س. و قنبری، ف. ۱۳۹۰. تأثیر اسیدسالیسیلیک بر مقاومت به تنش خشکی در کاهو. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۹۹ ص.
- کردوانی، پ.، عزیزان، و. و اماندادی، ن. ۱۳۹۲. بررسی اثرات فراسنج‌های اقلیمی، تابش فرابنفش و آزن بر میزان خشکیدگی خوشه خرمایی مضافتی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون مؤلفه اصلی (بررسی موردی شهرستان جیرفت). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۰(۳۷): ۱-۱۳.
- کریمی‌پورفرد، ه. و پژمان، ح. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر پوشش‌های مختلف خوشه روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مجموعه خلاصه مقالات هشتمین همایش تخصصی خرما، منطقه ویژه اقتصادی ارگ جدید، کرمان، ایران: ۶۱-۶۳.
- کرمپور، ف. ۱۳۷۸. گزارش تحلیلی پلاسیدگی و ریزش میوه خرما در استان بوشهر. مرکز تحقیقات کشاورزی بوشهر، ۱۸ ص.
- کرمپور، ف. ۱۳۸۱. چکیده نتایج تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور در زمینه خشکیدگی خوشه خرما در ایران. مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان، ۱۱ ص.
- کرمپور، ف. ۱۳۸۲. گزارش نهایی طرح بررسی امکان دخالت عوامل بیماری‌زای قارچی در بروز و یا تشدید عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما و میوه‌های گرمسیری، ۲۶ ص.
- لطیفیان، م.، راه‌خدایی، ا.، امانی، م. و احمدی‌زاده، س. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر نوع و زمان پوشش‌دهی خوشه بر کاهش خسارت بیماری‌های پاتوژنیک و غیرپاتوژنیک‌های مهم میوه خرما: رقم سایر. اولین همایش ملی خرما و امنیت غذایی.
- محمدی، ح.م. و مقتدری، ق.ع. ۱۳۸۴. ارتباط پارامترهای اقلیمی و عارضه خشکیدگی خوشه خرما، مجله بیابان، ۱۰(۲): ۳۳۹-۳۴۸.

- مستعان، ا.، احمدی‌زاده، س. و امانی، م. ۱۴۰۱. ارزیابی آسیب اقتصادی عارضه زردی و خشکیدگی برگ در ارقام تجاری خرمای استان خوزستان. پژوهش در علوم باغبانی، ۱(۲): ۲۰۵-۲۲۴.
- مظاهری‌تیرانی، م.، منوچهری‌کلانتری، م.، آروین، م. و همدانیان، م. ۱۳۸۸. بررسی اثرهای بیوشیمیایی کاربرد اسیدسالیسیلیک در گیاهان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۰(۲): ۱۷۷-۱۸۶.
- میرزایی، م.ر.، رحیمیان، ح. و آزادوار، م. ۱۳۸۱. تأثیر نیترات‌نقره و محلول بُردو بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما. بیماری‌های گیاهی، ۱(۲): ۴۶ ص.
- Ahmed, E. and El Aramany, R.W. 2023. Reevaluation of Factors Affecting Date Bunch Wilt and Dry Disorder (DBWD). Egyptian International Journal of Palms, 3(1): 43-52.
- Alikhani-Koupaei, M., Fatahi, R., Zamani, Z. and Salimi, S. 2018. Effects of deficit irrigation on some physiological traits, production and fruit quality of 'Mazafati' date palm and the fruit wilting and dropping disorder. Agricultural Water Management, 209: 219-227.
- Al-Saikhhan, M.S. 2008. Effect of thinning practices on fruit yield and quality of Ruzeiz date palm cultivar (*Phoenix dactylifera* L.) in Al-Ahsa Saudi Arabia. Asian Journal of Plant Sciences, 7: 105-108.
- Bradley, K. 2010. A description of amino acid chelate fertilizers and their mode of action. Modern Plant Nutrition Pty Ltd.
- Clouse, S. D. 2002. Brassinosteroids. Plant counterparts to animal steroid hormones? Vitamins and Hormones, 65: 195-223.
- Damankeshan, B. and Panahi, B. 2013. Evaluation of the effects of bunch thinning methods on drying blossom of date palm disorder in two stages of pollination and Kimri. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4(6): 1414-1416.
- Dang, K.T., Singh, Z. and Swinny, E.E. 2008. Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(4): 1361-1370.
- Davies, P.J. 1995. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology (pp. 1-12). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Dias, J.P.T. 2019. Plant growth regulators in horticulture: practices and perspectives. Biotechnología Vegetal, 19(1): 3-14.
- FAO. FAO Statistical Database (FAO STAT); Food and Agriculture Organization of United Nations: Rome, Italy. 2022; Available online: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> (accessed on 11 January 2022).
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Navarro-Rodríguez de Vera, C. and Pérez-Álvarez, J.Á. 2022. Biological, nutritive, functional and healthy potential of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.): Current research and future prospects. Agronomy, 12(4): 876.
- Glenn, D.M., Cooley, N., Walker, R., Clingeffer, P. and Shellie, K. 2010. Impact of kaolin particle film and water deficit on wine grape water use efficiency and plant water relations. HortScience, 45(8): 1178-1187.
- Glenn, D.M., Van Der Zwet, T., Puterka, G., Gundrum, P. and Brown, E. 2001. Efficacy of kaolin-based particle films to control apple diseases. Plant Health Progress, 2(1): 4.
- Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J. and Puterka, G.J. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. Journal of the American Society for Horticultural Science, 127(2): 188-193.
- Godara, R. K., N.R. Godara. and N. S. Nehra. 1992. Effect of thinning on ripening of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Shamran Research and Development Reporter, 7(1-2): 21- 25.
- Harhash, M.M., Mosa, W.F.A., El-Nawam, S.M. and Gattas, H.R. 2020. Effect of bunch covering on yield and fruits quality of 'Barhee' date palm cultivar. Middle East Journal, 1: 46-51.
- Hassaballa, I.A., Ibrahim, M.M., Sharaf, M.M., Abd-El-Aziz, A.Z. and Hagagy, N.A. 1984. Fruit physical and chemical characteristics of Zaghloul date cultivar in response to some fruit thinning treatments. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 20: 3- 14.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. Environmental and Experimental Botany, 68(1): 14-25.
- Hayat, S., Ahmad, A., Mobin, M., Hussain, A. and Fariduddin, Q. 2000. Photosynthetic rate, growth, and yield of mustard plants sprayed 28-homobrassinolide. Photosynthetica, 38(3): 469-471.

- Izadi, M., and Aslmoshtaghi, E. 2015. Orchard management for decreasing date palm bunch fading disorder. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 2(1): 27-32.
- Kalaji, H.M., Rastogi, A., Živčák, M., Brestic, M., Daszkowska-Golec, A., Sitko, K., Alsharafa, K.Y., Lotfi, R., Stypiński, P., Samborska, I.A. and Cetner, M.D. 2018. Prompt chlorophyll fluorescence as a tool for crop phenotyping: an example of barley landraces exposed to various abiotic stress factors. *Photosynthetica*, 56(3): 953-961.
- Karampour, F. and Pejman, H. 2006. Study on possible influence of pathogenic fungi on date bunch fading disorder in Iran. In III International Date Palm Conference 736 (431-439).
- Kasukabe, Y., He, L., Nada, K., Misawa, S., Ihara, I. and Tachibana, S. 2004. Overexpression of spermidine synthase enhances tolerance to multiple environmental stresses and up-regulates the expression of various stress-regulated genes in transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology*, 45(6): 712-722.
- Kaviani, B., Bernard, F., Shakeri, H. and Hadadchi, G.R. 2005. Effects of salicylic acid on enhancing the resistance of embryonic axes of Persian Lilac (*Melia Azedarach* L.) against cold and cryopreservation. *Pajouhesh and Sazandegi*, 67: 44-49.
- Keutgen, A.J. and Pawelzik, E. 2008. Contribution of amino acids to strawberry fruit quality and their relevance as stress indicators under NaCl salinity. *Food Chemistry*, 111(3): 642-647.
- Larcher, W. 2003. *Physiological plant ecology*. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Liu, J., Nada, K., Pang, X., Honda, C., Kitashiba, H. and Moriguchi, T. 2006. Role of polyamines in peach fruit development and storage. *Tree Physiology*, 26(6): 791-798.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 561. Academic Press, Sydney.
- Mohammadi, A.H., Aboutalebi, A.H., Hassanzadeh, H., Mohammadi, M. 2008. Effect of plant growth regulators on quantitative and qualitative characteristics of Shahani date fruit. *Journal of Research in Agricultural Sciences*, 4(2): 204-212.
- Munns, R., James, R.A. and Läuchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5): 1025-1043.
- Najafiniya, M. and Rahkhodaei, E. 2024. A review on date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit bunch wilting disorder in Iran. *Indian Phytopathology*, 77(2): 271-281.
- Naseri, B., Aboutalebi, A. and Khademi, R. 2013. Effects of calcium and micro-nutrients amino chelate on quantity and quality of 'Kabkab' date fruit. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(S2): 1302-1306.
- Panahi, B. and Damankeshan, B. 2015, July. The effect of Putrescine on date bunch fading disorder. In *Biological Forum* (Vol. 7, No. 2, p. 1035). Research Trend.
- Panahi, B., Damankeshan, B. and Asaadi, M. 2023. Evaluation of amino chelate applications that reduce symptoms of date palm bunch fading disorder. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(1): 69-76.
- Pezhman, H., and Roshan H. 2012. Evaluation of bunch fading disorder reasons in Bam region. *Iranian Date Conference*, Kerman, Iran.
- Prabhavathi, V.R. and Rajam, M.V. 2007. Polyamine accumulation in transgenic eggplant enhances tolerance to multiple abiotic stresses and fungal resistance. *Plant Biotechnology*, 24(3): 273-282.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 43(1): 439-463.
- Rosca-Casian, O., Parvu, M., Vlase, L. and Tamas, M. 2007. Antifungal activity of Aloe vera leaves. *Fitoterapia*, 78(3): 219-222.
- Shahbaz, M. and Ashraf, M. 2007. Influence of exogenous application of brassinosteroid on growth and mineral nutrients of wheat (*Triticum aestivum* L.) under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 39(2): 513.
- Souri, M.K. 2016. Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agriculture*, 1(1): 118-123.
- Souri, M.K. 2016. Aminochelates in plant nutrition: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 42: 67-78.
- Weerakkody, P., Jobling, J., Infante, M.M.V. and Rogers, G. 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. *Scientia Horticulturae*, 124(1): 57-61.
- Yaish, M.W. 2015. Proline accumulation is a general response to abiotic stress in the date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal Genetics and Molecular Research*, 14(3): 9943-9950.

- He, Y., Liu, Y., Cao, W., Huai, M., Xu, B. and Huang, B. 2005. Effects of salicylic acid on heat tolerance associated with antioxidant metabolism in Kentucky bluegrass. *Crop Science*, 45(3): 988-995.
- Yazici, K. and Kaynak, L. 2006. Effects of kaolin and shading treatments on sunburn on fruit of Hicaznar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). In I International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 818: 167-174.
- Yongchaiyudha, S., Rungpitarangsi, V., Bunyapraphatsara, N. and Chokechaijaroenporn, O. 1996. Antidiabetic activity of *Aloe vera* L. juice. I. Clinical trial in new cases of diabetes mellitus. *Phytomedicine*, 3(3): 241-243.
- Zaid, A. and de Wet, P.F. 2002. Botanical and systematic description of the date palm, 156(1). Date palm cultivation. Italy: Federal agriculture organization plant production and protection, Rome.
- Zarei, M., B Baninasab, B., Ramin, A.A. and Pirmoradian, M. 2014. The effect of chemical thinning on seasonal changes of mineral nutrient concentrations in leaves and fruits of 'Soltani' apple trees. *Iran Agricultural Research*, 32(2): 89-100.
- Zokaee Khosroshahi, M.R. and Esna-Ashari, M. 2008. Effect of putrescine application on post-harvest life and physiology of strawberry, apricot, peach and sweet cherry fruits. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 12(45): 219-230.